Fertilizacion de la Caña de Azúcar en las Islas Hawaii



Fertilizacion de Terrenos dedicados al Cultivo de la Caña de Azúcar en las Islas Hawaii.

Por J. T. CRAWLEY.



Publicado por la

GERMAN KALI WORKS,

NEW YORK, N. Y., ATLANTA, GA., CHICAGO ILL., HAVANA, CUBA.

AVISO.

El presente folleto ha sido traducido al español y se enviará, un ejemplar en dicho idioma, ó en inglés, á todo él que lo solicite.

FERTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

FERTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LAS ISLAS HAWAII.

FERTILIZACIÓN DEL TABACO.

GUIA DEL AGRICULTOR.

EXPERIMENTOS CON FERTILIZANTES.

PORQUÉ NO DIÓ RESULTADO EL PESCADO.

FLANT FOOD (en inglés).

TRUCK FARMING (en inglés).

Dirigirse á

THE GERMAN KALI WORKS,

NUEVA YORK, N.Y.	ATLANTA, GA.	CHICAGO, ILL.	HAVANA, CUBA.
93 Nassau St.	1224 Candler Bldg.	562 Monadnock Blk.	Empedrado 30.

PREFACIO.

El presente trabajo es la reproduccion de un artículo escrito por el Profesor J. T. Crawley, y que vió la luz en "The Louisiana Planter and Sugar Manufacturer" en Julio 6 de 1901. El Sr. Crawley ocupó la plaza de químico en la Estacion de Experimentos en Azúcar del "Sugar School" de Louisiana, y en fecha reciente fué Director Auxiliar del "Hawaiian Sugar Experimental Station": con posterioridad ha desempeñado el cargo de Químico Superintendente del "Hawaiian Fertilizer Company," en Honolulu. Ahora este señor es el director de la Estacion Centrale Agronómica de Cuba. En dicho artículo ha expuesto el autor, de un modo breve y á la vez acabado, la distintas materias relacionadas con la fertilizacion de la caña de azúcar.

La creacion de una Estacion Experimental en el Hawaii, en 1895, fué en sí un verdadero paso de avance en la industria azucarera. Los trabajos llevados á cabo en dicha Estacion y en la de Louisiana, han contribuido en grande escala á diseminar, de un modo exacto y concreto, el conocimiento de las distintas clases y mezclas de fertilizantes que han de aplicarse á terrenos diferentes para obtener de estos el mejor resultado. De este modo se ha llegado á saber que si cierto fertilizante es bueno en un distrito azucarero, puede muy bien no serlo en otro, y que es por consiguiente indispensable para conseguir resultados satisfactorios, "adaptar" el fertilizante á las peculiares necesidades del terreno que se quiere abonar.

El autor de éste trabajo se ha propuesto indicar cuales son las mezclas preferibles y que ofrecen mejores ventajas, segun los diversos terrenos donde se han de aplicar, y como al tratar de estas materias lo hace con una prolijidad poco comun en la mayoria de obras que se publican sobre el cultivo de la caña de azúcar, nos ha parecido que su reproduccion seria bien acogida, y que la mayor parte de estos capítulos serian leidos detenidamente y estudiados por todas las personas inteligentes que se dedican á la siembra y cultivo de la caña.

Fertilizacion de los Terrenos de Caña en las Islas Hawaii

Por J. T. CRAWLEY

TENIENDO en cuenta la opinion general acerca de los métodos de fertilizar seguidos en las Islas Hawaii, que se creen tan buenos, ó acaso superiores á los adoptados en países productores de azúcar, y particularmente en aquellos del Trópico dedicados al cultivo de la caña, nos ha parecido que tanto la ennumeracion de los citados métodos, como la exposicion de los resultados prácticos obtenidos, podrian ser de verdadero interés para los lectores del "Louisiana Planter." Nos ha parecido tambien que la discusion de dichos métodos habia de ser aun más pertinente en las actuales circunstancias, cuando un grupo numeroso de islas tropicales han llegado á ser parte de nuestro dominio, y cuando en ellas la industria azucarera es de primordial importancia. El gran interés que para nosotros tiene aquí éste asunto consiste, no en que hayamos convenido en un método de fertilizacion de la caña aplicable en cualesquiera cicunstancias, sino en el hecho de que tal es la diversidad de nuestros terrenos, y tantas las diferencias climatéricas entre uno y otro distrito, que ha sido preciso estudiar los distintos problemas y resolverlos científicamente, por separado, y esto en sí ha constituido una ventaja. Tambien el negocio de los fertilizantes se ha desarrollado

de un modo muy rápido en los últimos años, y de ahí que las clases que se emplean y los métodos de aplicarse hayan variado materialmente.

Hasta hace cosa de diez años, el empleo de grandes cantidades de huesos disueltos y otros fertilizantes de orígen puramente animal, estaba muy generalizado, añadiéndose, de vez en cuando, sales de potasa. En la mayoria de los casos éste hueso pulverizado resultaba muy basto para ser utilizado por la planta, y además se aplicaba sin tener en cuenta para nada las condiciones, climatológicas, es decir, en zonas donde la caida pluvial alcanzaba 150 pulgadas anuales, y en otras donde apénas si en igual período llegaba á veinte dicho descenso pluvial. Verdad es que en algunos de estos distritos se aducia como argumento que los huesos disueltos enriquecerian el suelo de un modo permanente, aserto que sin duda es cierto, al extremo de afirmarse que éste mismo hueso disuelto se ha escarvado del terreno sin haber sufrido alteracion alguna despues de permanecer en él más de tres años.

Fuera de las islas se han practicado numerosos análises químicos siguiendo los antiguos métodos, escogiendo los analizadores diversos terrenos; se han recomendado algunos fertilizantes de acuerdo con el resultado de estos análises; no obstante, muy rara vez se han analizado dichos fertilizantes y, como consecuencia, se adelantó muy poco con prioridad á la creacion de las estaciones experimentales iniciada por distintos estados. Por supuesto, el hacendado, bajo tales condiciones, no siempre obtiene un artículo de eficacia ga-



ESTACION EXPERIMENTAL AZUCARERA DE HONOLULU, HAWAII. LA CAÑA DE LA IZQUIERDA ES DE REGADIO; LA DE LA DERECHA SIN REGADIO: ÁMBAS SON DE IGUAL FECHA.

rantizada, ni siquiera uno que llene los requisitos del caso.

Habrá unos seis ó siete años la "Pacific Guano and Fertilizer Co." se organizó en Honolulu, dedicándose á la fabricacion de fertilizantes de primera calidad, poniéndose á su frente el Doctor Averdam, de nacionalidad alemana y de reconocida experiencia en aquel ramo. De entonces data el primer período de adelanto y desarrollo del negocio en escala importante, toda vez que el citado Dr. Averdam trajo al terreno de la práctica las mismas ideas respecto á fertilizantes solubles que con tan buen éxito se habian implantado ántes en Europa y en los Estados Unidos. Se instaló un aparato para ácidos, y se importaron desde la Isla Layson los fosfatos que habian de convertirse en ácido fosfato. La mayor parte de los fertilizantes que en la actualidad vende ésta Compañia contienen la parte de ácido fosfórico en forma soluble en agua, procedentes de fosfatos disueltos, la amónia, del sulfato de amonium, y la potasa del muriato y del sulfato de potasa.

La "Sugar Planters' Association" fundó en 1895 la "Hawaiian Experiment Station," nombrando al Dr. Maxwell Director y al que esto escribe Director Auxiliar y Químico de dicho Instituto. Se dió enseguida principio á una serie de exámenes sistemáticos, tanto en el laboratorio como sobre el mismo terreno, teniéndose cuidado al mismo tiempo de recopilar datos sobre la caida de lluvia y las temperaturas, y los mismos que han servido de base desde entonces para la mayor parte de la fertilizacion realizada hasta ésta fecha.

No pretendemos ahora (ni puede deducirse de lo que sigue) que todos los adelantos alcanzados en la fertilizacion desde 1895, se deben exclusivamente á los trabajos de investigacion, ó á lo que haya recomendado la Estacion Experimental; pues no solamente en algunas fincas no se han variado los fertilizantes empleados, sino que otras muchas han seguido indicaciones de afuera; pero, sí, podemos decir que á dichos trabajos se debe, y no en poco grado, el que los fertilizantes que ahora se emplean en algunos distritos sean tan diferentes de los aplicados en otras zonas, y esto sin contar la tendencia, cada vez más acentuada, hácia fertilizantes de superior calidad, ó sea aquellos especialmente preparados para la finca en donde se han de aplicar.

Durante muchos años estas islas no han sido extrañas al empleo de fertilizantes, pero sin obtener los resultados apetecidos. Y esto se explica dada la índole experimental de su aplicacion. Sin ocuparse poco ni mucho de las condiciones especiales de suelo y de clima, se empleaban huesos molidos en crudo ó disueltos, desechos ó guano de pescado, y otros varios fertilizantes conteniendo en gran cantidad fosfatos por disolver. Resultado: que en tanto que en los distritos húmedos se obtenia con frecuencia un buen rendimiento, en los terrenos secos los resultados eran negativos con raras excepciones. En el primer caso, y en vista de la no pequeña proporcion que como ingrediente del fertilizante corresponde á los huesos molidos, se atribuia á estos el mayor mérito. Muchos de dichos fertilizantes estan representados por la siguiente fórmula:

Acido fosfórico, de 12 á 15 por ciento, ⅔ soluble y aprovechable.

Potasa, 5 por ciento, sin garantia en cuanto á su orígen.

Amoniaco, 4 por ciento, sin garantia en cuanto á su orígen.

Aun prescindiendo del hecho de que muy pocos hacendados hacian analizar sus fertilizantes, la fórmula anterior dejaba ancho campo para introducir ingredientes inferiores é inservibles. No es de extrañarse, pues, que apareciesen pezuñas y pelos molidos, y que debido al ínfimo precio que en San Francisco alcanzaba el nitrato de soda, se ingiriese éste en fertilizantes que se destinaban hasta para fincas cuya caida pluvial fluctuaba entre 150 y 200 pulgadas anuales. Ejemplos referentes á algunos distritos, el modo de fertilizar observado en la actualidad, y las razones en que se funda, ilustrarán el presente trabajo.

Isla de Hawaii.

Distrito de Hilo. El agua llovediza es abundantísima, llegando á veces hasta 200 pulgadas durante el año. El terreno es relativamente delegado, en las tierras altas apénas si llega amenudo á cuatro pulgadas de espesor, descansando en un subsuelo impenetrable de un tinte rojizo que tiende á amarillo. Dicho subsuelo es crudo y nocivo para la vida de la planta, y por consiguiente si se quiere aumentar el fondo profundizando el subsuelo, es indispensable el mayor

cuidado. El siguiente análisis nos dará el promedio de seis muestras analizadas en la Estacion Experimental de Hawaii :

Terrenos en el Distrito de Hilo

Nitrógeno, .	.633%
Acido fosfórico,	.504%
Potasa, . .	.257%
Cal, . . .	.128%

Este tanto por ciento, con excepcion de la cal, debia ser satisfactorio ; pero se debe recordar que se trata de suelos viejos y de que la inmensa caida de lluvias tiende á arrastrar los elementos solubles y aprovechables, dejando los insolubles é inútiles, particularmente respecto á la cal, que apesar de ser abundante en los terrenos del Hawaii, en Hilo ha sido barrida por las lluvias en gran parte.

Para ilustrar éste punto damos en la siguiente tabla, por distritos, el tanto por ciento de cal contenido en los terrenos de Hawaii :

Distrito de Hilo,	cal %,	.	.128
" Hamakua,	"	.	.187
" Kohala,	"	.	.240
" Kau,	"	.	1 090
" Oahu,	"	.	.380
" Maui,	"	.	.395
" Kauai,	"	.	.418

Y si tomamos en cuenta la cal aprovechable, tal como pueda determinarse por medio de algun método seguro, eencontrarémos aun más acentuada ésta diferencia entr

Hilo y otros distritos más secos. Los análises que siguen, para determinar el alimento aprovechable de las plantas, fueron llevados á cabo en la Estacion Experimental de Hawaii por el tratamiento del ácido aspártico adoptado en dicha Estacion:

Número de libras, por caballeria de alimento de las plantas en el suelo de Hilo

Cal, . .	5 745	libras por caballeria
Potasa, . .	2.575	"
Acido fosfórico,	957	"

La cal acusa los efectos de las cosechas y de las lluvias abundantes. Este mismo procedimento aplicado á muchos de los terrenos de los distritos secos nos daria, como el contenido de cal aprovechable, de unas 66.000 á 165.000 lbs. por caballeria. El terreno necesita cal y esta se suministra en algunos casos en forma de coral procedente de Honolulu, cal cáustica de los Estados Unidos, ó en forma de fertilizantes comerciales, como el fosfato de cal y el gypsum. Es verdad que algunos hacendados han aplicado la cal sin beneficio visible; pero se nos figura que ésto se debe á que se cuenta con obtener efectos inmediatos, como sucede con los fertilizantes del comercio, cuando en verdad los resultados ventajosos solo se manifiestan gradualmente y acaso en un período que puede alcanzar varios años.

Potasa. La deficiencia en potasa, característica en gran número de casos al suelo de las islas Hawaii, no se habia comprobado hasta estos últimos años, y á esta circunstancia se debe la actual tendencia á un aumento en el empleo de

dicha sustancia, muy particularmente en los distritos de Hilo y de Hamakua, isla de Hawaii, en los cuales la proporcion de potasa en los fertilizantes que allí se emplean alcanza hasta un quince por ciento, y aun más á veces. Cuando se aplica el muriato de potasa á los terrenos, el clorino se une á la cal, y como ésta es soluble, es arrastrada durante las grandes lluvias. De ahí resultaria el empobrecimiento de cal en el suelo, por cuyo motivo el murriato de potasa no se aplica en escala mayor en las regiones donde la caida de las lluvias es muy abundante. El sulfato de cal que resulta de la aplicación del sulfato de potasa, no es tan soluble, y por eso su uso se ha generalizado mucho en la actualidad.

Amoniaco. Los nitratos, por razon de su solubilidad y la tendencia á ser lavados por las lluvias, es obvio que no se pueden emplear eficazmente. No puede decirse lo mismo del sulfato de amoniaco; sin embargo, la mayoria de los hacendados de Hilo prefieren, y no sin fundamento, obtener de materias orgánicas la mayor parte del amoniaco que necesitan. En años anteriores se han empleado en grandes cantidades los huesos molidos, bien solos ó acompañados de otros fertilizantes. El Dr. Maxwell cree, y nosotros abundamos en dicha creencia, que la caña recibe el mayor beneficio del amoniaco y no del ácido fosfórico contenido en los huesos disueltos: igual opinion tienen algunos encargados de ingenios. Y de acuerdo con esta creencia hemos recomendado el empleo de "desechos" ó guano de pescado, y los "fondajes" que contengan un buen tanto por ciento de amoniaco, con preferencia á los huesos molidos ó disueltos.

Nos parece que el procedimiento más racional para fertilizar con ésta sustancia debe ser el siguiente: Fondajes, con un 10 por ciento de amoniaco y un 10 por ciento de ácido fosfórico, ó bien un 11 por ciento de amoniaco y un 8 por ciento de ácido fosfórico: aplíquese en el surco juntamente con la semilla. Despues que empieza á crecer la planta, se aplica superficialmente en cada cepa de caña un fertilizante de calidad superior que contenga un buen promedio de potasa en forma de sulfato de potasa, y cantidades menores respectivamente, de ácido fosfórico y de moniaco en formas de fácil aprovechamiento. De ésta manera tendremos que la parte más insoluble del fertilizante. los fondajes, se incorporará perfectamente al terreno y á aquellas raíces de la caña que ofrezca mayor probabilidad de sentir las influencias de los ácidos de la planta. Además, toda partícula de hueso, ó carnosas que no lleguen á asimilarse durante el período de la primera siembra, serán aprovechadas por la "soca." De éste modo estarán en contacto con las raíces de la cepa durante dos ó más años, tiempo más que suficiente para que todos los ingredientes aprovechables surtan su debido efecto. Este fertilizante, de superior calidad, se aplica únicamente en el período del crecimiento y desarrollo de la planta, y en condiciones que sea asimilado enseguida. Bueno es añadir aquí que el citado método ha sido empleado, con ciertas modificaciones, y con buenos resultados, en un ingenio, y al presente se está aplicando en otras fincas azucareras.

Distrito de Hamakua. En éste distrito el agua llove-

diza no solo es escasa sino que resulta demasiado incierta para siembras de caña. En ciertos años la seca es muy acentuada en tanto que en otros las lluvias, si cayeran en el momento oportuno, serian suficientes. A veces ocurren períodos de lluvias torrenciales que tienen la tendencia á arrastrar todo ingrediente soluble, favoreciendo éste arrastre la naturaleza porosa en sumo grado del terreno, resistiendo solamente las materias ya incorporadas al suelo. La caña se siembra á distintas elevaciones: desde la del nivel del mar hasta unos 1,500 á 2,500 pies de altura. Aquí, como en casi todas las islas del Archipiélago, el descenso pluvial es mayor en las lomas que en las tierras bajas.

Promedio de catorce muestras (obtenido en la Estacion Experimental de Hawaii,) procedentes de los terrenos de Hamakua:

	TANTO POR CIENTO.
Cal, - - - -	187
Acido fosfórico, - - -	566
Potasa. - - - -	264
Nitrógeno, - - - -	572

Tanto la totalidad en potasa como en cal es más bien pequeña. Aquí, como en Hilo, la potasa abrovechable es poca, así es que la proporcion de la primera se ha aumentado últimamente en los fertilizantes. Para obtener el amoniaco se emplea, casi exclusivamente, el sulfato de amoniaco, en tanto que el nitrato de soda, debido á la incertumbre de las aguas llovedizas, tiene muy poca aplicacion y se solicita muy poco. Los fertilizantes más en uso en éste distrito contienen más ó ménos los siguientes componentes:

8% de ácido fosfórico soluble y aprovechable,
8% de amoniaco, procedente del sulfato de amoniaco.
Potasa, procedente del sulfato de potasa de un 8 á un 15 por ciento.

Los resultados obtenidos en algunas fincas con la aplicacion de los fertilizantes son realmente maravillosos. El rendimiento en azúcar en dos casos muy conocidos ha subido recientemente desde 33 á 66 toneladas por caballeria, á 132 y 165 respectivamente. Y la verdad es que á no ser por el empleo de fertilizantes que en cantidades crecidas se hace en algunas fincas de Hamakua, el cultivo en ellas difícilmente seria remunerativo.

Un problema especial se ofrece en éste distrito: casi todas las tierras bajas, buenas para el cultivo de la caña, estan ya sembradas, quedando solamente el terreno de las lomas donde se podria extender lo zona de caña. Estas tierras altas estan cubiertas de gran variedad de helechos y otros arbustos, dando al suelo una riqueza en nitrógeno que por lo comun excede del uno por ciento. La caña de primer corte resulta lozana y vigorosa, con un rendimiento que fluctúa entre 132 y 165 toneladas de azúcar por caballeria, pero tal produccion parece que aniquila el terreno, porque en el segundo corte la caña es muy pobre y solo despues de trascurrir algunos años se logra un rendimiento normal. El Administrador del ingenio "Paauhau," Mr. Andrew Moore, sometió el caso al Profesor Hilgard, que hizo una serie de análises de aquellos terrenos de cuyos análises dedujo el

citado profesor que apesar de la gran cantidad de nitrógeno contenida en dichas tierras, se encuentra tan compenetrado y unido á las materias orgánicas, que resulta, prácticamente, inútil para la planta. A ese efecto, y para suplir el nitrógeno abrovechable, recomendó Mr. Hilgard una pequeña dósis de nitrato de soda. Creemos que los resultados obtenidos han corroborado las anteriores conclusiones, aun que parcialmente, y no obstante, los hacendados siguen prefiriendo el sulfato de amoniaco al nitrato de soda. La falta de nitrógeno aprovechable en terrenos ricos en nitrógeno no es característico del distrito de Hamakua. Puede asegurarse que, como regla general, la proporcion de nitrógeno en las tierras de las islas Hawaii es más bien alta comparada con el suelo de otros países, y sin embargo en la mayoria de casos, la aplicacion de los compuestos de amoniaco y de las sustancias orgánicas brinda mejores resultados, y con mayor rapidez, que cualesquiera otro ingrediente de los fertilizantes.

Distrito de Kohala. Poca es el agua llovediza en ésta zona y aun es más incierta que en el distrito de Hamakua; pero en cambio es raro que las lluvias sean tan copiosas que entrañen peligro para los fertilizantes solubles.

TERRENOS DE KOHALA.	TANTO POR CIENTO.
Cal, - - - -	240
Acido fosfórico, - - -	470
Potasa, - - -	518
Nitrógeno, - - - -	415

Estas son tierras cansadas y pobres en elementos apro-



INGENIO "EWA," CERCA DE HONOLULU, HAWAII. LA CAÑA DE LA IZQUIERDA, FERTILIZADA ABUNDANTEMENTE, ALCANZÓ UN RENDIMIENTO DE 462 TONELADAS DE AZÚCAR POR CABALLERIA.

vechables como se verá por el siguiente cuadro que probablemente representa el promedio de alimento abrovechable de la planta, revelado por el método del ácido aspár_ tico, que fué el que se siguió.

Elementos aprovechables en el suelo de Kohala:

Cal. . .	6,600 á 9,900	libras por caballeria.
Potasa, . .	1,155 á 2,475	" "
Acido fosfórico	495 á 660	" "

Estas cifras son en extremo bajas y demuestran la urgente falta de un buen fertilizante y de superior solubilidad. Y por extraño que parezca, no faltan hacendados que aun insisten en el uso de los huesos pulverizados ó molidos, y en la aplicacion de fertilizantes pobres y relativamente insolubles, por estar en la creencia que estos ofrecen tan buenos resultados como los de superior calidad. Verdad es que los fertilizantes no han dado muy buenos resultados en Kohala; pero esto se debe en gran parte á las sequias y algo tambien, sospechamos, á la pobreza de aquellos que se han aplicado. Porque si hay distrito alguno donde la ciencia pudiera dictar el uso de un fertilizante soluble ese distrito es el de Kohala, porque en él la caida de las lluvias es deficiente en demasia para originar la descomposicion de los huesos disueltos y de otras sustancias componentes. El uso de la potasa ha aumentado considerablemente en estos últimos años y, por lo ménos en una finca que conocemos, se ha extendido en mayor grado el empleo de fertilizantes solubles. Se estan instalando aparatos y sistemas de regadio, y es indudable que una vez

se haya podido dominar el abastecimiento de las aguas, los fertilizantes se generalizarán del todo y con verdadero provecho para los ingenios.

Oahu. Casi todas las fincas de dicha isla tienen establecido el riego. El agua llovediza es reducida; pero el abastecimiento de las aguas está regularizado por medio de bombas. Análises agrícolas, corrientes, practicados en terrenos de la famosa plantacion "Ewa" no revelan cantidades notables de ácido fosfórico, cal, nitrógeno y de potasa. Sin embargo, la mayor parte del suelo es un suelo lavado, muy bien dividido y profundo. Los métodos seguidos para la fertilizacion difieren mucho de los que se siguen en la mayoria de otros lugares. Tan pronto empieza el crecimiento de la caña se le aplica superficialmente un acopio de un fertilizante altamente soluble y de muy buena calidad, siguiéndole una ó dos aplicaciones de nitrato de soda y algun otro fertilizante. Hace pocos años dichos fertilizante contenian:

8% de ácido fosfórico aprovechable.

7½% de potasa procedente de sulfato de potasa.

6½% de amoniaco de tres procedencias, á saber, nitrato de soda, sulfato de amoniaco y orgánico.

Tanto la potasa como el amoniaco se aumentan, más tarde, disminuyéndose á la vez el ácido fosfórico. En la actualidad todo el amoniaco se obtiene del nitrato de soda y del sulfato de amoniaco, en cuanto al ácido fosfórico casi todo proviene de fosfatos solubles al agua. Y eso se hace para que el fertilizante sea soluble al agua de regadio. El



APLICACION DE FERTILIZANTES Á LOS CAMPOS DE CAÑA, POR VIA DE EXPERIMENTO, HONOLULU, HAWAII.

bracero escasea en las plantaciones, subiendo últimamente los jornales algo tambien, de modo que se impone la adopcion de todo procedimiento que de alguna manera economice brazos. Los fertilizantes se aplican sobre los surcos de caña, dejando despues correr el agua que ha de disolver dicho fertilizante haciéndolo llegar hasta las mismas raíces de la planta. Con este método no se necesitan brazos, como ántes, para cubrir el abono. El enorme rendimiento en la finca "Ewa" se hace posible por la gran profundidad del terreno y por las grandes cantidades de abono que á éste se aplica. No siendo el suelo delgado no hay peligro de perder el nitrato de soda.

El empleo de los nitratos se practica en otros ingenios, pero no en tan gran escala, y los fertilizantes superiores que se usan en esta isla contienen á la vez sulfato de amoniaco y amoniaco orgánico. Lo que sigue es una fórmula promedio adoptada en una finca de regadio:

Fertilizantes empleados en Oahu.

De 7 á 8% de ácido fosfórico soluble y aprovechable.

De 8 á 10% de potasa procedente de sulfato de potasa.

De 7 á 8% de amoniaco, ⅓ de nitrato de soda, ⅓ de sulfato de amoniaco, y otro tercio del orgánico.

Estos terrenos, segun el análisis químico, revelan una proporcion más bien pequeña de nitrógeno, y de ahí que los compuestos de amoniaco den excelentes resultados.

Maui. Casi todos los ingenios de Maui estan enclavados bien á arillas ó sobre la extensa planicie que divide las dos partes de la isla, y apesar de estar bajo las mismas con-

diciones climatéricas, la naturaleza de sus respectivos suelos varía esencialmente. Como acontece respecto á otras zonas, no se puede ofrecer un análisis general que cubra todo el distrito, así y todo, daremos el promedio de los análises obtenidos para que sirvan de base comparativa:

Terrenos en Maui, cerca de Wailuku.

	TANTO POR CIENTO.
Acido fosfórico, - -	270
Cal, - - - - -	295
Potasa, - - - -	357
Nitrógeno, - - - -	388

Estos tantos por cientos no acusan nada abnormal: acaso el nitrógeno está en corta proporcion, pero puede decirse que ninguno de los citados tantos por cientos resulta muy alto. En todos los ingenios de esta llanura prevalece el sistema de regadio, por ser las lluvias sumamente escasas. En casi todos ellos se usa el amoniaco procedente de las tres formas, á saber: de nitrato, de sulfato y orgánico, potasa del sulfato de potasa, y el ácido fosfórico de fosfatos solubles. En este caso tambien se ha reducido materialmente el ácido fosfórico contenido en los fertilizantes, aumentando proporcionalmente la potasa y el amoniaco. En Spreckelsville el Administrador empléo en un tiempo grandes cantidades de guano de pescado y de fertilizantes qué contenian una buena proporcion de ácido fosfórico; pero al cambiar de propietario la finca, se han adoptado poco más ó ménos los mismos métodos de fertilizacion que han dado tan excelentes



CAÑA DE AZÚCAR SIN FERTILIZANTES, HONOLULU, HAWAII.

resulados en otras partes. Y estando la mayoria de los ingenios de que tratamos ahora bajo la misma administracion, facilítase de esta manera el esfuerzo inteligente de la Direccion en pró de un método científico en el empleo de los fertilizantes, y en virtud del cual se han logrado superar todos los trabajos que en idéntico sentido se hacen en esta comarca. Se han practicado análises de los distintos campos con el objeto de determinar la cuantia del alimento aprovechable de las plantas. Y comoquiera que estos campos, apesar de su inmensidad, son de un compuesto relativamente uniforme, se ha hecho posible obtener ejemplares que corresponden á una extension conocida de terreno y á la vez, recomendar diferentes fertilizantes y segun la naturaleza de los distintos terrenos.

Como ilustracion de lo anterior damos algunos de dichos análises incluyendo tambien los fertilizantes empleados:

Elementos aprovechables, por caballeria, en los terrenos de Maui.

	A, LBS.	B, LBS.	C, LBS.	D, LBS.	E, LBS
Cal, -	185.430	165.325	191.670	143.355	218.400
Potasa, -	47.028	47.620	29.504	36.204	72.372
Ac. fosfórico,	892	661	4.490	991	1.125

La cal es abundante en todos los ejemplares, escaso el ácido fosfórico, y en cuanto á la potasa, tiene límites de variacion bastante acentuados. El nitrógeno, si bien no se incluye aquí, se le encuentra con suficiente frecuencia, y tendremos, pues, que el fertilizante empleado puede estimarse de la siguiente manera:

A. y B.

8% Acido fosfórico, soluble y aprovechable.
8% amoniaco, $\frac{1}{3}$ de nitrato, $\frac{2}{3}$ de sulfato y orgánico.
8% potasa procedente del sulfato de potasa.

C.

7% ácido fosfórico, soluble y aprovechable.
8% amoniaco, igual á lo anterior.
10% potasa del sulfato.

D.

9% ácido fosfórico, soluble y aprovechable.
8% amoniaco, igual á lo anterior.
8% potasa del sulfato.

E.

8% ácido fosfórico, soluble y aprovechable.
8% amoniaco, igual á lo anterior.
5% potasa del sulfato.

En una finca vecina, cuyas tierras contienen menor cantidad de potasa que las anteriormente citadas, se emplea actualmente un fertilizante que contiene un once por ciento de potasa, sin perjuicio de aumentar algo el amoniaco y siempre que concurran circunstancias especiales que asi lo justifiquen. Tambien se aplica un "regado" especial de nitrato de soda, y de vez en cuando, nitrato y coral molido.

Los ingenios de Kauai, salvo raras escepciones, no ofrecen problemas distintos, ó al ménos de muy notables diferencias, de los ya enunciados aquí. Hay una finca que emplea dos clases de fertilizantes, uno para la caña de planta y otro para la soca-planta: en el primer caso aplican uno de gran solubilidad, de la mejor clase, y sin escatimar la cantidad



CAÑA DE AZÚCAR FERTILIZADA, SEMBRADA EN IGUAL FECHA QUE LA ANTERIOR, Y EMPEZANDO YA Á SENTIR LOS EFECTOS DE LOS FERTILIZANTES.

para nada: en el segundo caso, se usa una mezcla de muriato de potasa, nitrato de soda y coral molido, éste último se indica por ser el terreno algo deficiente en cal. En cuanto al uso del nitrato en los campos de caña de soca, lo hacen con el objeto de estimular el crecimiento de la planta, fundándose en que de esta manera cualquier fertilizante que se haya aplicado á la caña de planta el primer año, si no surtió su efecto entonces, lo surtirá en la segunda época, ó sea la cosecha de soca-planta. Teóricamente, este es un método económico de fertilizar, sin embargo, hemos recomendado el empleo de fertilizantes de superior calidad en los campos de soca-planta en las otras fincas que siguen aquel método y siempre que los terrenos ofrezcan señal alguna de agotamiento.

Casos especiales. Tanto las estaciones, como las circunstancias de localidad, son las que deben determinar la clase del fertilizante. Por ejemplo: en cierta ocasion hubo necesidad de aplicar en el mes de Julio un fertilizante para una caña que habia de cortarse en la zafra inmediata. Esta aplicacion de un fertilizante, comparada con la época en que generalmente se hacen, resultaba muy atrasada, pero ese campo necesitaba un estimulante y era evidente que si alguno se aplicaba tenia por fuerza que ser altamente aprovechable. Se adoptó, pues, la siguiente fórmula:

12% de ácido fosfórico soluble y aprovechable, procedente de super-fostato doble.
10% de potasa, procedente del sulfato de potasa.
12% de amoniaco, 6% procedente del nitrato, y 6% del sulfato de amoniaco.

Siempre que se quiera aplicar el fertilizante juntamente con la semilla, se podrá usar una forma un poco más insoluble que cuando la aplicacion es superficial, y cuando el fertilizante se ha de aplicar á principios de la estacion debe ser un poco más insoluble que el que se emplee más tarde, toda vez que la siembra tiene más tiempo de crecimiento y de utilizacion de aquel alimento.

Respecto á las distintas formas de potasa, los hacendados se inclinan decididamente á los sulfatos. No podrian decir en que se fundan, ni si tal preferencia tienen su orígen en algun hecho ó en una simple predisposicion. La diferencia entre el precio del sulfato y del muriato es muy pequeña, el del último, si acaso, es algo más bajo. En cuanto á mí, siempre he recomendado el sulfato. Las lluvias excesivas imponen en algunos casos el uso del sulfato, y en otros suelen ocurrir, en gran cantidad, sales, ó clórico, ó sodio, bien en el suelo ó en el agua, ó en ambos: cuando tal cosa sucede lo más eficaz es el empleo del sulfato, sobre todo considerando que la diferencia en el precio es tan mínima que bien vale la pena y que es mucho más acertado emplear la forma que en si ofrece el mínimum de peligro.

Terrenos Arenosos. Existen en algunas de estas fincas pedazos no pequeños de suelo arenoso, y como quiera que ocurren con bastante frecuencia, demandan un tratamiento especial. El autor de éste trabajo ha tenido motivo para ocuparse de este problema en distintas ocasiones, dándole oportunidad de llevar á cabo varios trabajos de investigacion química y cuyos resultados aparecieron en el perió

dico mensual que ve la luz en Hawaii, titulado el "Planter's Monthly," con fecha de Febrero del corriente año.

La arena que se encuentra en los citados terrenos se compone de partículas fincas de coral en las cuales existe incorporada la tierra en más ó ménos cantidad, y detritus orgánico. Debido á su gran porosidad el riego adecuado se hace difícil, el agua se filtra fácilmente á traves del coral por cuyo motivo las canales ó zanjas del regadio tienen que ser muy cortas. El objetivo principal de mis investigaciones consistió en determinar la facultad que podria tener el terreno para retener el agua y las materias químicas y á ese efecto se aprovecharon en las pruebas varias cantidades del citado coral. Y tal como se esperaba quedó demostrado que todo terreno conteniendo más de un 80% de aquella arena de coral, tenia muy poca fuerza retentiva, tanto para las aguas como para las sales. Las aguas de riego arrastraban el nitrato de soda, el muriato de potasa, y hasta cierto límite, tambien los sulfatos de potasa y amoniaco, pero como esos corales cantienen alguna cal, los fosfatos son retenidos con facilidad. Se recomendó el empleo de fosfatos, sangre, fosfato de potasa, y en menor cantidad el sulfato de amoniaco. Estas recomendaciones se han atendido en el ingenio Kahuku y en el de Kihei, de modo que observan dos diferentes fórmulas, una para las tierras coloradas de masa y otra para las arenosas.

En resúmen, queremos hacer notar que la tendencia general se inclina al empleo de fertilizantes más solubles, á una mayor proporcion de compuestos de potasa y de amo-

niaco, y á una menor de ácido fosfórico, particularmente en forma de huesos ó de fosfatos sin disolver. Ya los que cultivan la planta sacarina han aprendido á distinguir y saben que el precio del flete de una tonelada de fertilizante pobre es completamente idéntico al de la tonelada de los fertilizante de superior calidad, y como estan tan distantes de los centros que lo producen, comprenden que la verdadera economia consiste en adquirir aquellos que vienen en forma más reconcentrada.

Los resultados obtenidos con tal cambio no pueden ser más satisfactorios. Es un hecho bien conocido que el rendimiento en azúcar, por acre cultivado, ha tenido un aumento enorme en estos últimos años. Hace cosa de seis años el promedio de rendimiento en las islas era de unos 100 bocoyes de azúcar por caballeria: ahora el rendimiento alcanza de 130 á 150 bocoyes por caballeria. Por supuesto que á tal incremento han contribuido tambien el mejor cultivo y los grandes adelantos realizados en los molinos de extraccion, sin que echemos á olvido la inteligente y activa direccion de estas fincas, por administradores idóneos, que al hacer posible un aumento tan notable en los productos, puede decirse que son la base fundamental del gran aumento de valor que recientemente han adquirido estos ingenios azucareros. Así y todo, admitiendo la influencia de esos factores, es necesario reconocer que los fertilizantes que ofrece el comercio, si son buenos, pagan con creces su primitivo costo.

METODOS SEGUIDOS PARA ANALIZAR LOS TERRENOS.

En el análisis del suelo se sigue aun el procedimiento agrícola corriente, por el cual si se observa un método de interpretacion bien prolijo, se obtendrán las indicaciones necesarias acerca de lo que el terreno requiere. Tambien emplean con frecuencia el ácido aspártico obtenido en la Estacion Experimental del Hawaii, que parece dar buenos resultados en cuanto á lo que se refiere á indicar la proporcion aprovechable de la potasa y de la cal. Sin embargo, es dudoso si dicho método es aplicable al ácido fosfórico. Segun éste, hay cantidades extremadamente pequeñas, en cualesquiera de nuestros terrenos, de ácido fosfórico aprovechable, coincidiendo así en nuestra creencia de que existe, efectivamente, adherido en forma compacta al titánio, al hierro y al aluminio; apesar de eso, el empleo del ácido fosfórico no se ha señalado por un gran aumento de azúcar. Por eso hemos indicado anteriormente que en puridad de verdad la tendencia es más bien hácia la disminucion de este elemento en los fertilizantes comerciales.

La cantidad de fertilizantes en su aplicacion á tanto por caballeria se altera de un modo considerable. El promedio probablemente, es de unas 26.400 á 33,000 libras por cada caballeria sin perjuicio de ser en otros casos de 16.500 hasta 49.500 libras. Recuérdese que esto es sin contar el nitrato añadido, cualquiera que este sea será considerado como un estimulante.

Nada hasta ahora se ha dicho respecto á los elementos

que desaparecen del suelo por la cosecha obtenida, y tal parece que nuestros métodos de fertilizar nunca tienen esto en consideracion. Una de las teorias favoritas y antiguas de los agricultores consiste en sostener que debemos siempre devolver al terreno igual suma de aquellos elementos que por virtud de las cosechas le hemos quitado, y á éste fin químicos agrícolas no han escatimado tiempo ni dinero para buscar por medio del análisis de toda clase de plantas, un compuesto fertilizador que compensase en cada cosecha ese desgaste inevitable del suelo. Esto á primera vista podrá parecer una teoria plausible; pero no resiste un estudio analítico porque en la citada teoria no se cuenta con el hecho de que los elementos del terreno no son aprovechables en razon directa á su remocion por medio de las cosechas, que las rocas se desintegran constantemente cediendo un tanto de alimento á la planta en proporcion muy diferente á los distintos lugares. Veámos, sinó, los componentes químicos de las lavas de Hawaii, de las cuales se deriva el terreno:

Cal en las lavas de Hawaii (Véase á Maxwell "Tierras y Lavas.")—

Lavas no-hidráulicas, - - -	9.24%
" hidráulicas, - - -	8.23%
Tufas, - - - - -	1.41%

Es evidente que los suelos resultantes han de diferir materialmente, y no poco, en el contenido de cal, y en todo sistema por el cual se trate de suplir cal al terreno será

erróneo si se hace caso omiso de tales diferencias. La potasa y el ácido fosfórico difieren igualmente en grado esencial en éstas rocas, y por ende, en los terrenos. Por otra parte, las lluvias, al entrar y filtrarse en el suelo, arrastran parte de estos elementos en muy distinta proporcion. Maxwell, dice en la citada obra, página 164. "En el pase ó mutacion de la lava á tierra, se han eliminado unas ocho toneladas (89%) de cada nueve toneladas de cal; media tonelada (33%) de cada una y media tonelada de potasa."

Las condiciones resultantes del suelo, por ejemplo en Hilo, donde el agua llovediza alcanza 200 pulgadas anuales, filtrándose á traves de la capa vegetal y llevándose consigo cal y potasa, son muy distintas de las de la finca "Ewa," donde las lluvias son muy escasas, y donde, por cada ocho milliones de galones de agua con que se riega el terreno, arrastra aquella 400 libras de cal, 80 de potasa y 14 de ácido fosfórico. En 12 muestras diferentes de tierra, escogidas en la Estacion Experimental de Hawaii, procedentes de ingenios, la cal aprovechable varió desde 3.466 á 32.440 libras por caballeria la potasa desde 990 á 19.405, y el ácido fosfórico varió desde 330 á 2.840 libras por caballeria.

Si las cantidades exactas de cal, de ácido fosfórico y de potasa que se remueven del terreno en cada cosecha fueran suficientes para los terrenos más pobres de aquí, una cantidad mucho más pequeña bastaria para los más ricos.

En los distritos húmedos las lluvias contribuyen de un modo mucho más eficaz que las cosechas al agotamiento de los ingredientes más solubles del terreno; sin embargo, si se

examinan los elementos removidos durante el curso de cada cosecha, se verá que nuestros fertilizantes estan encaminados en sus más oportuna direccion.

Segun los datos del Boletin que publica la Estacion Experimental del año 1900, la caña "Rose Bamboo" agota al año, por cada tonelada de azúcar producido:

13.6	libras	de ácido fosfórico.
114.2	"	de potasa.
34.8	"	de cal.
40.5	"	de nitrógeno.

ó en una recolecta de 330 toneladas por caballeria:

136	libras	de ácido fosfórico.
1.142	"	de potasa.
348	"	de cal.
405	"	de nitrógeno.

La cantidad de potasa consumida es enorme y para su reposicion se requeriria más de una tonelada del sulfato comercial. El nitrógeno es tambien bastante alto en cuanto al grado de agotamiento; pero el ácido fosfórico figura en cantidad relativamente corta. A esta circunstancia obedece la práctica corriente de aumentar en los fertilizantes que se preparan para el comercio la proporcion de potasa y la de nitrógeno, en tanto que se disminuye la proporcion de ácido fosfórico.